



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 22 863 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:  
**G 01 N 13/02**  
D 06 B 23/24

②1 Aktenzeichen: 100 22 863.1  
②2 Anmeldetag: 10. 5. 2000  
④3 Offenlegungstag: 22. 11. 2001

DE 100 22 863 A 1

⑦1 Anmelder:  
Miele & Cie. GmbH & Co., 33332 Gütersloh, DE

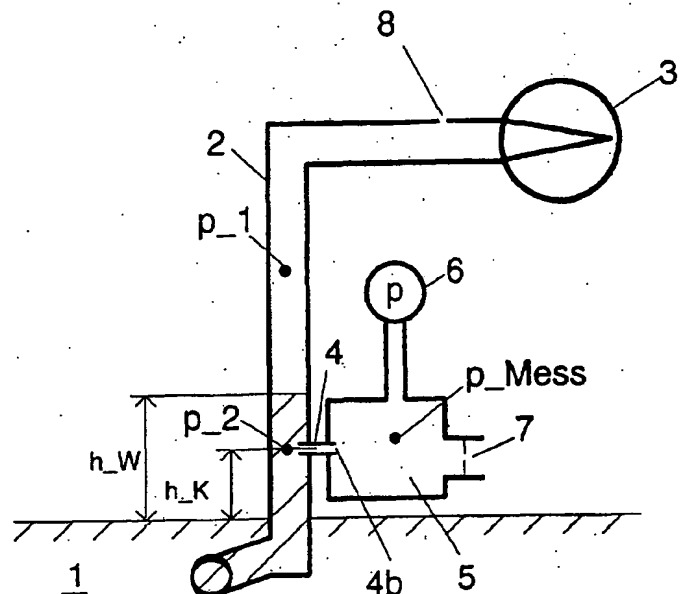
⑦2 Erfinder:  
Bicker, Rainer, 32791 Lage, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 System zur Bestimmung der Oberflächenspannung einer Lösung, insbesondere einer Tensidlösung

⑤7 Die Erfindung betrifft ein System zur Bestimmung der Oberflächenspannung einer in einem Behälter befindlichen Lösung, insbesondere einer Tensidlösung (Waschlauge 1), nach der Blasendruckmethode, wobei in die Lösung über eine Kapillare (4) ein gasförmiger Volumenstrom eingeleitet und während des Blasenabrisses der zeitliche Verlauf des Drucks dieses Volumenstroms betrachtet wird. Um auf einfache Weise eine Verstopfung der Kapillaren (4) zu vermeiden, wird vorgeschlagen, dass die Kapillare (4) in eine Blaskammer (2) mündet, in der durch Unterdruck eine über die Mündungshöhe der Kapillaren (4) ansteigende Flüssigkeitssäule erzeugbar ist.



DE 100 22 863 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zur Bestimmung der Oberflächenspannung einer in einem Behälter befindlichen Lösung, insbesondere einer Tensidlösung, nach der Blasendruckmethode, wobei in die Lösung über eine Kapillare ein gasförmiger Volumenstrom eingeleitet und während der Blasenbildung der zeitliche Verlauf des Drucks dieses Volumenstroms betrachtet wird.

[0002] Die Messung der dynamischen Oberflächenspannung nach der Blasendruckmethode basiert auf der Abhängigkeit der Oberflächenspannung vom Druck bei der Bildung gekrümmter Oberflächen. Aus der DE 41 12 417 und aus der DE 195 29 787 ist es beispielsweise bekannt, die Waschmittelkonzentration eines Waschmittel-Wasser-Gemischs (Waschflüssigkeit, beispielsweise im Laugenbehälter einer Waschmaschine) durch eine Messung der Oberflächenspannung zu ermitteln. Der Vorteil der Blasendruckmethode ist dabei, dass die Oberflächenspannung an verschiedenen alten Oberflächen (dynamisch) bestimmt werden kann. Je langsamer eine Blase erzeugt wird, umso mehr Zeit haben Tenside, sich an die Oberfläche zu begeben und die Oberflächenspannung herabzusetzen. Diese Geschwindigkeit der Tenside wird bei dieser Methode mit erfasst (s. ältere Deutsche Patentanmeldung 199 28 390.7).

[0003] Bei der Blasendruckmethode wird an einer Kapillare über einen kontinuierlich anliegenden Luftstrom eine Blase in der Waschflüssigkeit erzeugt. Die Druckdifferenz der sich bildenden und abreisenden Blase ist dann proportional zur Oberflächenspannung. Zur Erzeugung der Blasen wird durch ein enges Kapillarröhrchen ein gasförmiges Medium, i. A. Luft, in die zu sensierende Waschflüssigkeit gebracht. Wird dieses Kapillarröhrchen direkt im Laugenbehälter angeordnet, so besteht die Gefahr, dass die Kapillaröffnung nach einiger Zeit durch Schmutzpartikel verstopft wird. Dieses Problem wird vergrößert, wenn die Gasblasen mit einer Pumpe erzeugt werden und diese nach dem Messvorgang bei gefülltem Laugenbehälter ausgeschaltet wird. Dann läuft Flüssigkeit in die Kapillare und läuft weiter in den Schlauch, an dem die Kapillare angeschlossen ist. Falls sich in diesem Schlauch eine Kalkschicht bildet und sich später löst, werden von der Pumpe die gelösten Teilchen in die Kapillare geblasen und die Kapillare wird verstopft.

[0004] Um das zu verhindern, wird in der älteren Deutschen Patentanmeldung 199 28 393.1 vorgeschlagen, bei einer Waschmaschine die Kapillare zur Messung der Oberflächenspannung in einem Gefäß in der Laugenbehälterwand unterzubringen, das durch Schöpfleinrichtungen an der Waschtrommel gefüllt wird. Außerdem sollte es durch zulaufendes Wasser regelmäßig gereinigt werden. Zum Leeren des Gefäßes wird die Unwucht beim Schleudern verwendet. Nachteilig dabei ist, dass das Leeren des Gefäßes durch die Unwucht nicht definiert möglich ist, da mal mehr, mal weniger Unwucht beim Schleudern auftritt. Außerdem ist es nötig, eine Schöpfleinrichtung an der Waschtrommel anzubringen, was aus Platzgründen nicht einfach zu realisieren ist.

[0005] Aus der DE 196 53 752 ist ein Verfahren und eine Einrichtung zur Reinigung von Prozessmesszellen mit Kapillaren bekannt, bei dem eine kombinierte Anwendung von Ultraschall in Verbindung mit einem Reinigungsgas- und Flüssigkeitsstrom erfolgt. Für eine breite Anwendung in Geräten der Haushaltstechnik wie Waschmaschinen und Geschirrspülern ist eine solche Einrichtung zu teuer.

[0006] Der Erfindung stellt sich somit das Problem, ein System zur Bestimmung der Oberflächenspannung der eingangs genannten Art zu offenbaren, bei dem auf einfache Weise eine Verstopfung der Kapillaren vermieden wird.

[0007] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch ein

System mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Unteransprüchen.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Systems wird sichergestellt, dass die Gasströmung in der Kapillare immer in Richtung der flüssigkeitsgefüllten Blasen-kammer verläuft. Damit ist die Verstopfungsgefahr gering. Das gilt auch nach Abschalten der Pumpe, da in der Blasen-kammer immer noch ein Unterdruck herrscht, der sich erst mit der Zeit entsprechend der fallenden Flüssigkeitssäule abbaut. Die Anordnung ist prinzipiell immer anwendbar, wenn die Oberflächenspannung ermittelt werden soll und beschränkt sich daher nicht allein auf Waschautomaten.

[0009] In einer vorteilhaften Ausführungsform mündet die der Blasen-kammer gegenüberliegende Öffnung der Kapillare in eine Messkammer, an die ein Drucksensor angeschlossen ist und die über eine Drossel mit dem Umgebungsdruck in Verbindung steht. Dadurch werden die Blasen an der Kapillaren in einfacher Weise durch die Druckdifferenz zwischen der Flüssigkeitssäule in der Blasen-kammer und dem Druck auf der außerhalb der Blasen-kammer befindlichen Seite der Kapillaren erzeugt. Es wird nur eine einzige Pumpe benötigt, um die Waschlauge auf eine höhere Niveau zu pumpen und gleichzeitig die Blasen zu erzeugen. Durch die Drossel kann in einfacher Weise der Volumenstrom zwischen der Messkammer und ihrer Umgebung konstant gehalten werden. Die Drossel kann durch einen Luftfilter vor Verschmutzung geschützt werden.

[0010] Durch die Anordnung einer weiteren Drossel in der Blasen-kammer oberhalb der Mündungshöhe der Kapillaren wird ein schnelleres Absinken der Flüssigkeitssäule in der Blasen-kammer nach dem Messvorgang erreicht.

[0011] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des Messsystems ist der Volumenstrom durch die Kapillare über eine mit der Messkammer in Verbindung stehenden Einrichtung zur Druckänderung variierbar. Hierdurch können Blasen mit unterschiedlichen Oberflächenaltern erzeugt werden und es kann in einfacher Weise das aus der älteren Deutschen Patentanmeldung 199 28 390.7 bekannte Verfahren zur Bestimmung der Konzentration eines Waschmittels durchgeführt werden.

[0012] Dabei ist in einfachster Weise die Messkammer über einen Bypass mit der Blasen-kammer verbunden, wobei der Bypass oberhalb der Mündungshöhe der Kapillaren in die Blasen-kammer mündet und im Bypass eine weitere Drossel angeordnet ist. Bei einer solchen Anordnung ist die Blasenfrequenz abhängig von der Höhe des Flüssigkeitsstandes in der Blasen-kammer, somit kann der Pegel aus dem Oberflächenalter bestimmt und in einfacher Weise vermieden werden, dass Lauge in die Pumpe gesaugt wird. Auf eine Regelung der Pumpe kann verzichtet werden. Da das Füllen und Leeren der Blasen-kammer langsam geschieht, ändert sich dabei der Blasen-volumenstrom und damit das Oberflächenalter entsprechend. Somit kann man während des Füllens und/oder Leerens der Blasen-kammer die Oberflächenspannung in Abhängigkeit vom Oberflächenalter ausmessen.

[0013] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen rein schematisch dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt

[0014] Fig. 1 ein System zur Messung der Oberflächenspannung

[0015] Fig. 2 den Druckverlauf in einer Anordnung nach Fig. 1

[0016] Fig. 3 das Blasendruckverfahren zur Bestimmung der Oberflächenspannung

[0017] Fig. 4 ein System zur Erzeugung von Blasen mit

unterschiedlichem Oberflächenalter

[0018] Fig. 5 den Druckverlauf in einer Anordnung nach Fig. 4

[0019] Fig. 1 zeigt einen Behälter, beispielsweise den Laugenbehälter einer Waschmaschine, in dem sich eine Lösung in Form eines Waschmittel-Wasser-Gemischs befindet (im folgenden als Waschlauge (1) bezeichnet). Sie ist hier schraffiert dargestellt. In den Laugenbehälter mündet unterhalb des Normalniveaus der Waschlauge (1) eine Blasen-kammer (2). Das gegenüberliegende Ende der Blasen-kammer (2) ragt aus der Waschlauge (1) heraus und ist mit einer Pumpe (3) verbunden. Mit Hilfe der Pumpe (3) wird ein Unterdruck erzeugt, der die Waschlauge (1) auf die Höhe  $h_W$  in der Blasen-kammer (2) saugt. In die Blasen-kammer (2) mündet in der Höhe  $h_K$  eine Kapillare (4). Diese steht auf der der Blasen-kammer (2) gegenüberliegenden Seite (4b) mit einer Messkammer (5) in Verbindung, an die ein Drucksensor (6) angeschlossen ist und die durch eine Drossel (7) mit dem umgebenden atmosphärischen Luftdruck (Umgebungs-druck) in Verbindung steht.

[0020] In Fig. 2 sind die Druckverläufe dargestellt. Dabei ist  $p_1$  der Druck oberhalb der Flüssigkeitssäule,  $p_2$  ist der Druck in der Waschlauge in Höhe der Kapillare (4) und  $p_{\text{Mess}}$  ist der mit dem Drucksensor (6) zu messende Druck auf der Luftseite der Kapillare (4). Der Druck  $p_1$  entspricht der Saughöhe  $h_W$  der Flüssigkeitssäule im Rohr (Schwere-druck):

$$p_1 = p_0 - \rho \cdot g \cdot h_W \quad (1)$$

$p_1$  Druck oberhalb der Flüssigkeitssäule [Pa]

$p_0$  atmosphärischer Luftdruck (Umgebungsdruck) [Pa]

$\rho$  Dichte der Waschlauge [ $\text{kg/m}^3$ ]

$g$  Gravitationskonstante =  $9,81 \text{ m/s}^2$

$h_W$  Höhe der Flüssigkeitssäule [m]

[0021] In der Mündungshöhe  $h_K$  der Kapillare (4) herrscht in der Waschlauge ebenfalls ein der Höhe entsprechender Schweredruck:

$$p_2 = p_0 - \rho \cdot g \cdot h_K \quad (2)$$

$p_2$  Druck in Höhe der Kapillare (4) [Pa]

$h_K$  Höhe der Kapillare (4) [m]

[0022] Damit ist der Druck in der Höhe  $h_W$  am geringsten und in der Höhe  $h_K$  entsprechend höher, aber immer noch geringer als der Umgebungsdruck  $p_0$ .

[0023] Die Kapillare (4) dient zur Blasen-erzeugung. In der Messkammer (5) rechts von der Kapillaren (4) herrscht zunächst der gleiche Unterdruck wie in der Waschlauge (1) in der Blasen-kammer (2) links von der Kapillaren (4) (in der Höhe  $h_K$ ). Die Drossel (7) sorgt für die Regelung des Luft-volumenstroms. Aufgrund des Druckunterschieds zum Umgebungsdruck wird Luft aus der Umgebung in die Blasen-kammer (2) geleitet und gelangt durch die Kapillare (4) in die Waschlauge (1). Da sich dabei deren Oberfläche ver-formt, steigt aufgrund der Oberflächenspannung der Gegen-druck. Die Höhe dieses Gegendrucks gegenüber dem hydro-statischen Druck im Wasser ist damit ein Maß für die Ober-flächenspannung. Die Auswertung dieses Phänomens wird als "Messung der dynamischen Oberflächenspannung nach der Blasendruckmethode" bezeichnet. Der Gegendruck steigt dabei während der Blasen-erzeugung durch immer kleiner werdende Radien der Laugen-Luft-Grenzfläche an. Fig. 3 zeigt den Druckverlauf zusammen mit den zu den je-weiligen Zeitpunkten gehörenden Formen der Laugen-Luft-Grenzfläche (oben im Bild). Die Kapillare (4) ist jeweils durch die beiden dickeren parallelen Linien angedeutet. So-bald die Blase eine Halbkugelform erreicht, liegt das Druck-

maximum vor, anschließend fällt der Druck mit weiterem Wachsen der Blase wieder. Dann reißt die Blase ab und der Anfangszustand mit der waagerechten Oberfläche ist wieder erreicht ( $r \rightarrow \infty \Rightarrow$  kein Druck aufgrund der Oberflächen-spannung).

[0024] Dementsprechend ist der in Fig. 2 dargestellte Ver-lauf des mit dem Drucksensor (6) gemessenen Drucks  $p_{\text{Mess}}$  zu erklären:

[0025] Zu Beginn herrscht in der Messkammer (5) der sta-tische Druck  $p_2$ . Durch die Druckdifferenz zum Umge-bungsdruck wird ein Luftvolumenstrom in der Drossel (7) erzeugt.

$$\Delta p_{\text{Drossel}} = p_0 - p_2$$

[0026] Die Luft gelangt durch die Kapillare (4) in das Messvolumen 2 und beginnt dort mit der Erzeugung einer Blase. Dabei entsteht aufgrund der Oberflächenspannung ein Gegendruck in der Messkammer (5), der durch den Drucksensor (6) gemessen wird. Entsprechend dem Anstieg des Gegendrucks sinkt die Druckdifferenz an der Drossel (7). Dadurch wird der Volumenstrom der nachströmenden Luft während der Blasenbildung etwas geringer (Der Volu-menstrom durch die Drossel (7) ist proportional zur Druck-differenz). Das ist für diese Betrachtungen allerdings von untergeordneter Bedeutung.

[0027] Auf jeden Fall wächst die Blase weiter an bis sie die Halbkugelform und damit das Druckmaximum erreicht hat. Danach fällt der Druck wieder, die Blase löst sich ab und der Ausgangszustand ist wiederhergestellt. Somit ist ein Zusammenhang zwischen der Druckamplitude im gemesse-nen Druck  $p_{\text{Mess}}$  und der Oberflächenspannung gegeben.

[0028] Um in einer Waschmaschine nur einen einzigen Drucksensor (6) für Niveaumessung und Messung der Ober-flächenspannung zu benötigen, kann ein Differenzdrucksensor gemäß dem in der älteren Deutschen Patentanmeldung 199 28 391.5 beschriebenen Verfahren verwendet werden (Niveaumessung auf der einen Seite des Drucksensors bei ausgeschalteter Pumpe (3) und Messung der Oberflä-chenspannung dynamisch bei eingeschalteter Pumpe (3)). Die Kapillare (4) ist in einer Höhe  $h_K$  in der Blasen-kammer (2) angebracht, die von der Waschlauge (1) bei ausgeschal-teter Pumpe (3) nie erreicht wird. Dadurch ist während der Messung dort immer ein der Höhe  $h_K$  entsprechender Unter-druck vorhanden. Sobald die Pumpe (3) zur Unterdrucker-zeugung abgeschaltet wird, sinkt das Niveau in der Blasen-kammer (2) wieder ab und das Volumen wird durch Luft er-setzt. Die Luftzufuhr geschieht über die Drossel (7) und die Kapillare (4) sowie über eine weitere Drossel (8), die zum schnelleren Absinken der Flüssigkeitssäule zusätzlich ein-gebaut werden kann, jedoch für die Grundfunktion nicht zwingend erforderlich ist.

[0029] Die vorbeschriebene Anordnung besitzt folgenden Nachteil:

[0030] Bei bekannten Systemen zur Messung der Oberflä-chenspannung erfolgt die Luftzufuhr zur Kapillaren (4) über eine regelbare Pumpe, so dass der Luftvolumenstrom ein-stellbar ist. Dadurch können die Blasen mit unterschiedli-cher Frequenz erzeugt werden und der dynamische Charak-ter der oberflächenaktiven Substanzen in der Waschlauge geht in die Messung mit ein. Eine Waschlauge enthält immer einen Anteil von Tensiden, die eine bestimmte Zeit benö-tigen, um die Grenzflächen (zu Luft, Wäsche und Schmutz) zu besetzen. Wird nun im Blasendruckverfahren eine Blase durch einen hohen Luftvolumenstrom sehr schnell erzeugt, so haben die Tenside nicht genügend Zeit, um an die Ober-fläche zu gelangen und dort zu wirken. Das spiegelt sich dann auch in geringeren Druckdifferenzen im Signal  $p_{\text{Mess}}$

wider. Somit ist es bei der Blasendruckmethode möglich, das dynamische Verhalten der Tenside durch Messungen bei verschiedenen hohen Luftvolumenströmen und dadurch mehr oder weniger hohen Blasenfrequenzen  $f_{\text{Blase}} = 1/t_{\text{Periode}}$  bzw. Oberflächenaltern  $t_{\text{Oberfläche}}$  zu berücksichtigen. Um diesen Vorteil auch bei dem erfindungsgemäß aufgebauten System nutzen zu können, muss eine Möglichkeit vorgesehen werden, um den Luftvolumenstrom durch die Kapillare (4) auf einfache Weise zu variieren.

[0031] Eine Lösung dafür zeigt Fig. 4. Bei dieser Anordnung ist die Messkammer (5) durch einen Bypass (9) mit der Blaskammer (2) verbunden, in den Bypass (9) ist eine weitere Drossel (10) eingesetzt. Die Blasenenerzeugung an der Kapillaren (4) erfolgt in gleicher Weise wie bei dem in Fig. 1 beschriebenen System durch Erzeugung eines Unterdrucks in der Blaskammer (2) und durch Ausnutzung der Druckdifferenz zwischen Umgebungsdruck und Blaskammer (2). Die Waschlauge (1) wird durch die Unterdruckpumpe (3) angesaugt. Aufgrund der Druckverhältnisse entstehen Luftvolumenströme in den Drosseln 5 und 6.

[0032] Zur Veranschaulichung sind in Fig. 5 die Druckverläufe in der Blaskammer (2) ( $p_1$ ), an der Kapillaren (4) in der Höhe  $h_K$  ( $p_2$ ) und in der Messkammer (5) ( $p_{\text{Mess}}$ ) dargestellt. Die Drücke  $p_1$  und  $p_2$  errechnen sich wieder nach den Gleichungen (1) und (2), sind also von der Saughöhe der Flüssigkeitssäule sowie von der Mündungshöhe der Kapillaren (4) abhängig.  $p_1$  ist immer geringer als  $p_2$ , da die Waschlauge immer höher als bis zur Kapillaren (4) in der Blaskammer (2) stehen muss, um überhaupt eine Messung zu ermöglichen. Die Druckdifferenzen an den Drosseln und ihr Durchlassquerschnitt bestimmen den Luftvolumenstrom, der durch sie hindurchgeht. Die Druckdifferenzen sind in Fig. 5 dargestellt. An der Drossel (7) liegt die Druckdifferenz  $\Delta p_{\text{Drossel1}}$  zwischen der Blaskammer (2) in Höhe der Kapillaren (4) ( $h_K \Rightarrow p_2$ ) und Umgebung ( $p_0$ ) und an der Drossel (10) liegt die Druckdifferenz  $\Delta p_{\text{Drossel2}}$  zwischen der Blaskammer (2) in Höhe der Kapillaren (4) ( $h_K \Rightarrow p_2$ ) und dem Unterdruck oberhalb der Flüssigkeitssäule ( $h_W \Rightarrow p_1$ ). Der Umgebungsdruck ist konstant, während der Unterdruck oberhalb der Flüssigkeitssäule  $p_1$  von der Saughöhe in der Blaskammer (2) abhängt. Ist die Flüssigkeitssäule gerade so hoch wie die Anbringhöhe der Kapillaren (4), so ist

$$p_1 = p_2$$

und ist damit in etwa so hoch wie der Druck  $p_{\text{Mess}}$  in der Blaskammer (2). Steigt die Saughöhe weiter an, so ergibt sich eine Druckdifferenz zwischen  $p_1$  und  $p_{\text{Mess}}$ , so dass die Druckdifferenz  $\Delta p_{\text{Drossel2}}$  größer wird. Die Luftvolumenströme durch die Drosseln (7, 10) sind proportional zu den Druckdifferenzen (Der Zusammenhang ist linear, da in den Drosseln laminare Strömung herrscht. Bei turbulenter Strömung ist der Luftvolumenstrom proportional zur Quadratwurzel aus der Druckdifferenz).

[0033] Es gibt drei Luftvolumenströme in die bzw. aus der Messkammer (5): Ein Luftvolumenstrom entsteht von der Umgebung durch die Drossel (7) in die Messkammer (5). Er ist von der Druckdifferenz  $\Delta p_{\text{Drossel1}}$  abhängig und wird daher in erster Linie durch die Anbringhöhe der Kapillare (4) bestimmt. Dieser Luftvolumenstrom teilt sich nun in zwei Luftvolumenströme auf. Der erste entweicht durch die Kapillare (4) und sorgt damit für die Blasenenerzeugung. Ein weiterer Luftstrom entweicht durch die Drossel (10) in das Luftvolumen oberhalb der Flüssigkeitssäule in der Blaskammer (2). Da der Unterdruck oberhalb der Flüssigkeitssäule von der Saughöhe  $h_W$  abhängt, ist der Luftvolumenstrom durch die Drossel (10) durch die Saughöhe  $h_W$  einstellbar. Je höher die Saughöhe, umso größer wird der Luftvolumenstrom durch die Drossel (10). Da der mittlere Luft-

volumenstrom durch die Drossel (10) bei unverändertem Niveau der Waschlauge (1) in der Blaskammer (2) konstant ist, führt der mit der Saughöhe steigende Luftvolumenstrom durch die Drossel (10) zu einer Verringerung des Luftvolumenstroms durch die Kapillare (4) und die Blasenfrequenz sinkt. Das Ziel ist damit erreicht: Die Blasenfrequenz (bzw. das Oberflächenalter) ist durch einfaches Verändern des Niveauhöhe  $h_W$  einstellbar.

[0034] Zur Dimensionierung können Drosseln mit einstellbarem Durchlassquerschnitt eingesetzt werden. Die Drossel (10) wird zunächst verschlossen und die Drossel (7) wird so eingestellt, dass die maximale Blasenfrequenz bzw. das minimale Oberflächenalter erreicht wird. Anschließend wird die Blaskammer (2) durch Ansaugen der Pumpe (3) bis auf das Niveau, bei dem die minimale Blasenfrequenz (bzw. das maximale Oberflächenalter) erreicht werden soll, gefüllt. Mit der Drossel (10) wird dann die minimale Blasenfrequenz eingestellt. Dann wird der Abgleich so lange wiederholt (wieder Drossel für die maximale und Drossel für die minimale Blasenfrequenz), bis der Soll-Blasenfrequenzbereich realisiert ist. Anschließend werden die Drosseln ausgebaut, die Druckverluste der Drosseln (7, 10) ausgemessen und die einstellbaren Drosseln durch entsprechende feste Drosseln ersetzt.

[0035] Auf eine Regelung der Pumpe (3) kann verzichtet werden. Da das Füllen und Leeren der Blaskammer (2) langsam geschieht, ändert sich dabei der Blasenstrom und damit das Oberflächenalter entsprechend. Somit kann man während des Füllens und/oder Leerens der Blaskammer (2) die Oberflächenspannung in Abhängigkeit vom Oberflächenalter ausmessen.

[0036] In der Blaskammer (2) entsprechend der in Fig. 1 dargestellten Anordnung kann eine weitere Drossel (8) zum schnelleren Absinken der Flüssigkeitssäule zusätzlich eingebaut werden (nicht dargestellt).

#### Patentansprüche

1. System zur Bestimmung der Oberflächenspannung einer in einem Behälter befindlichen Lösung, insbesondere einer Tensidlösung (Waschlauge 1), nach der Blasendruckmethode, wobei in die Lösung über eine Kapillare (4) ein gasförmiger Volumenstrom eingeleitet und während der Blasenbildung der zeitliche Verlauf des Drucks dieses Volumenstroms betrachtet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kapillare (4) in eine Blaskammer (2) mündet, in der durch Unterdruck eine über die Mündungshöhe der Kapillaren (4) ansteigende Flüssigkeitssäule erzeugbar ist.
2. System zur Bestimmung der Oberflächenspannung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die der Blaskammer (2) gegenüberliegende Öffnung der Kapillare (4) in eine Messkammer (5) mündet, an die ein Drucksensor (6) angeschlossen ist und die über eine Drossel (7) mit dem umgebenden atmosphärischen Luftdruck (Umgebungsdruck  $p_0$ ) in Verbindung steht.
3. System zur Bestimmung der Oberflächenspannung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in der Blaskammer (2) oberhalb der Mündungshöhe der Kapillaren (4) eine weitere Drossel (8) angeordnet ist.
4. System zur Bestimmung der Oberflächenspannung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Volumenstrom durch die Kapillare (4) über eine mit der Messkammer (5) verbundene Einrichtung zur Druckänderung variierbar ist.
5. System zur Bestimmung der Oberflächenspannung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die

Messkammer (5) über einen Bypass (9) mit der Blaskammer (2) verbunden ist, wobei der Bypass (9) oberhalb der Mündungshöhe der Kapillaren (4) in die Blaskammer (2) mündet und wobei im Bypass (9) eine weitere Drossel (10) angeordnet ist.

5

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

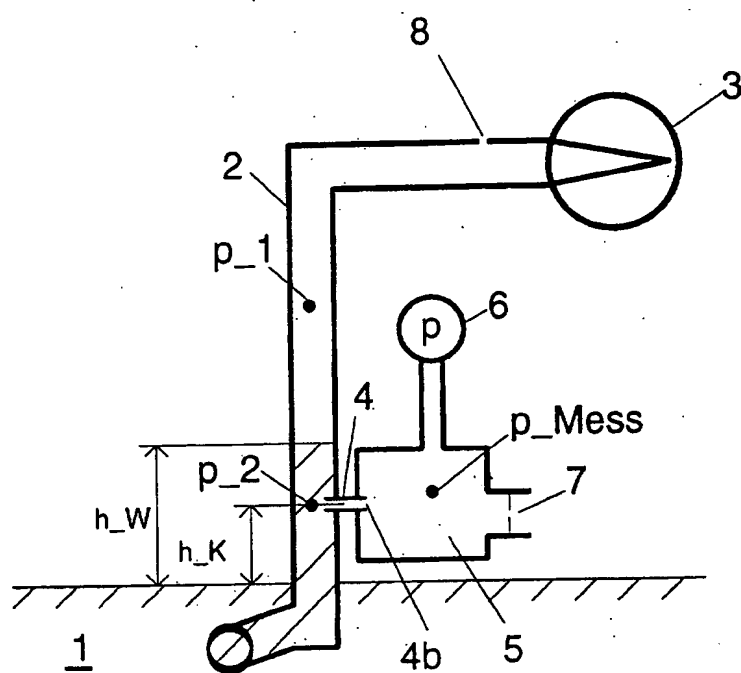
45

50

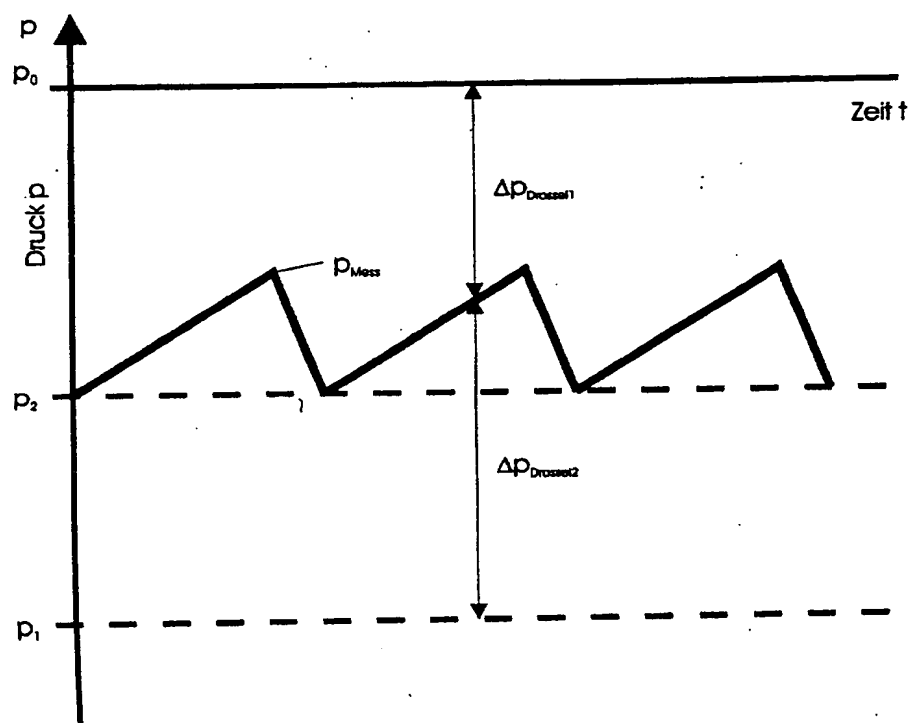
55

60

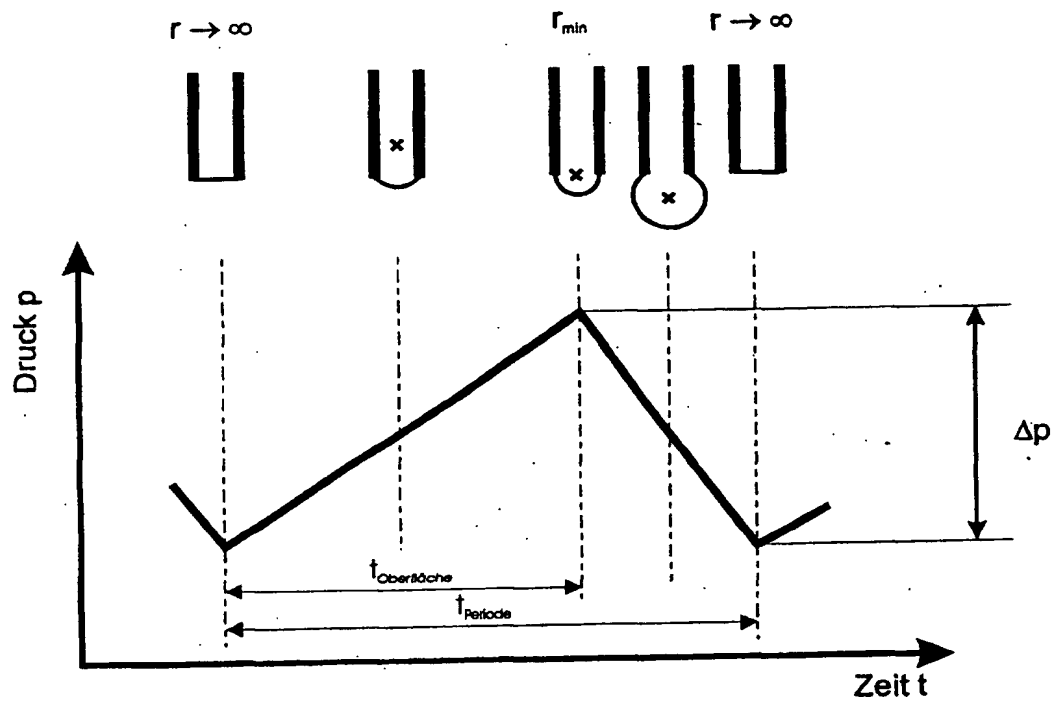
65



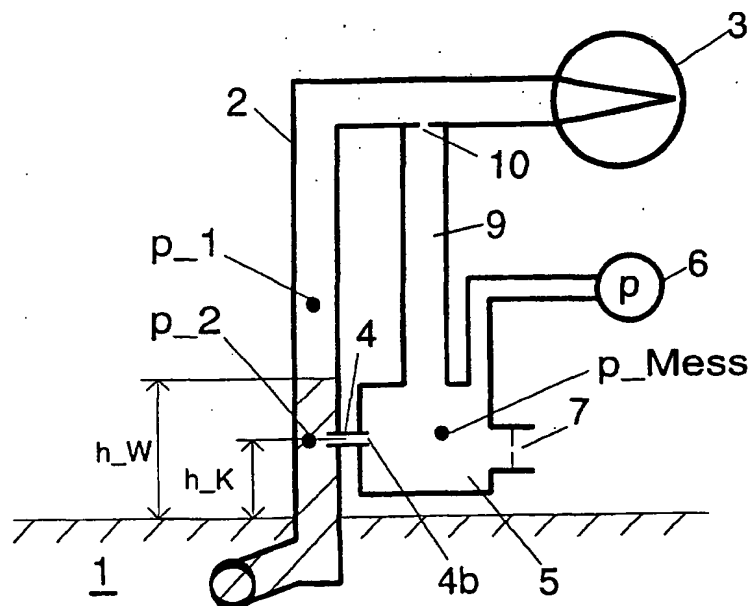
Figur 1



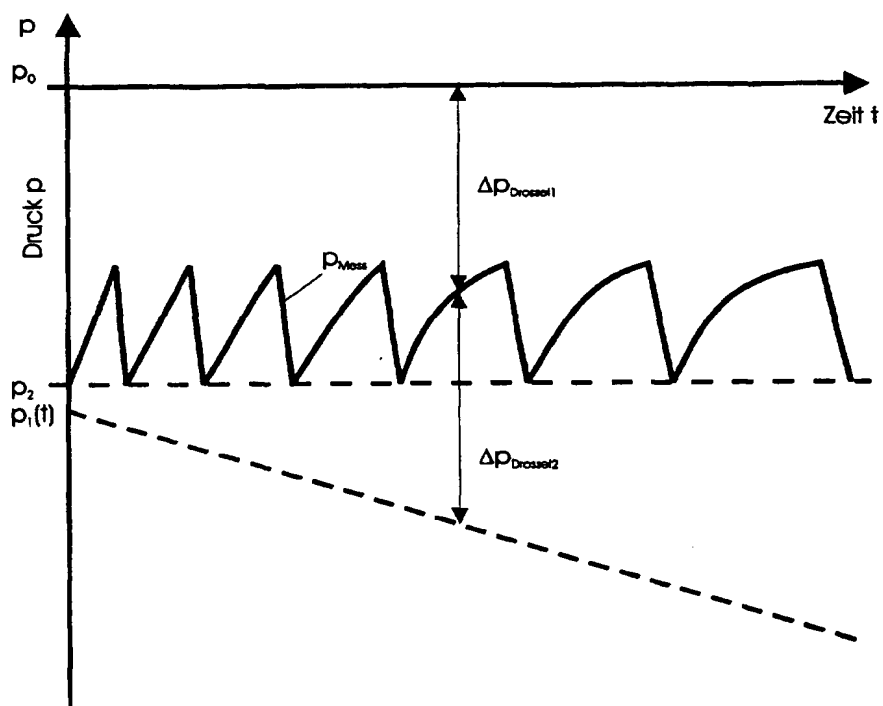
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5

**System for determining the surface tension of a solution, in particular of a surfactant solution**Patent Number: ☐ EP1154255, A3, B1

Publication date: 2001-11-14

Inventor(s): BICKER RAINER (DE)

Applicant(s): MIELE &amp; CIE (DE)

Requested Patent: ☒ DE10022863

Application Number: EP20010109910 20010424

Priority Number(s): DE20001022863 20000510

IPC Classification: G01N13/02; D06F39/00

EC Classification: G01N13/02, D06F39/00C4

Equivalents:

Cited patent(s): EP1063339; DE19933631; DE19529787; DE19653752

---

**Abstract**

---

A gaseous volume flow is fed into a solution via a capillary (4). The temporary course of pressure for this volume flow is viewed during a blowing resume. To avoid an obstruction in the capillary in a simple way, the capillary feeds into a blowing chamber (2), in which low pressure can create a liquid column that increases through the rate of feed from the capillary.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2